



Textura

Danielle Lopes

Sumário

1 Introdução

2 Textura

3 Uso de texturas

4 Mapeamento de texturas

5 Bump Map

6 Considerações finais



1 Introdução

- Modelos de iluminação não são adequados para descrever todas as características da superfície de um objeto.
- É possível modelar essas características acrescentando detalhes na geometria da superfície. ➡ **Processamento muito complexo.**
- Na prática os efeitos são modelados com o uso de mapeamento de textura [2].



2 Textura

- Textura é uma técnica que, quando aplicada ao modelo geométrico junto ao modelo de iluminação, procura dar mais realismo [2].
- Podem ser de três tipos:
 - Unidimensionais
 - Bidimensionais
 - Tridimensionais



[4]

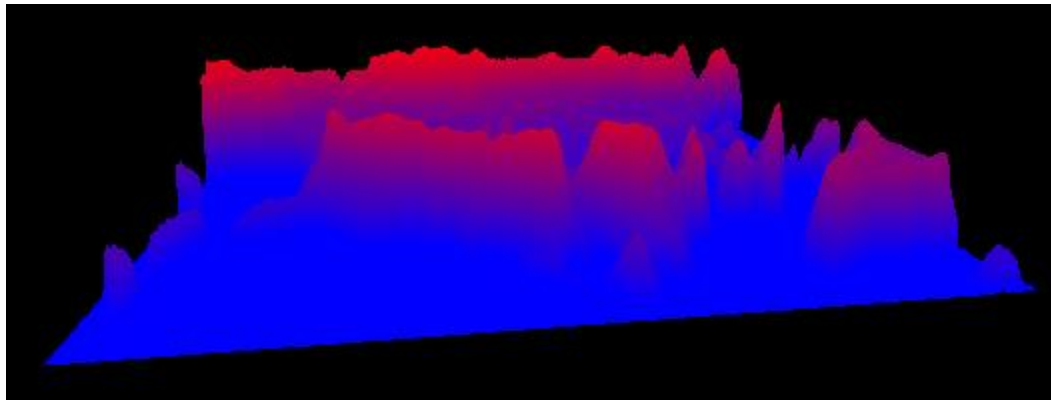


2 Texturas Unidimensionais

- É apenas uma sequência de cores ou intensidades em um espaço linear de textura.
- No exemplo a seguir, a textura é definida por um vetor de bytes, onde cada posição representa uma intensidade (nível de cinza).

```
GLubyte textura[] = { 0,0,0,0,64,64,64,64,128,128,128,128,192,192,192,192};
```

- Útil para fazer degradê em superfícies [2].



2 Texturas Bidimensionais

- Texturas 2D.
- Imagens são as mais utilizadas.



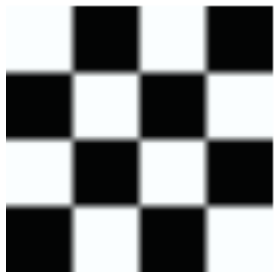
2 Texturas Tridimensionais

- Consiste numa imagem tridimensional.
- Geralmente não são muito usadas pois consomem muita memória [2].



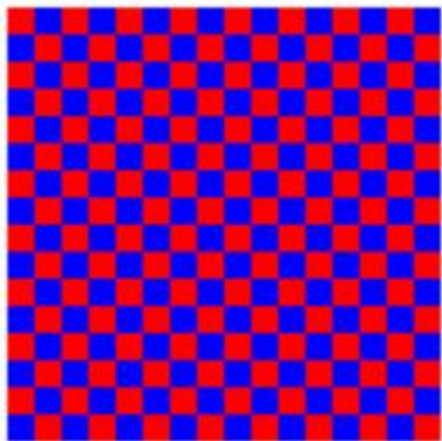
2 Textura

- Uma vez mapeadas a um polígono, as texturas estão sujeitas a todas as transformações que ocorrem naquele polígono.
- Elas irão rotacionar, mover ou escalar juntamente com o polígono.
- Podemos ver a textura como se fosse a "pele" de nossa geometria [2].

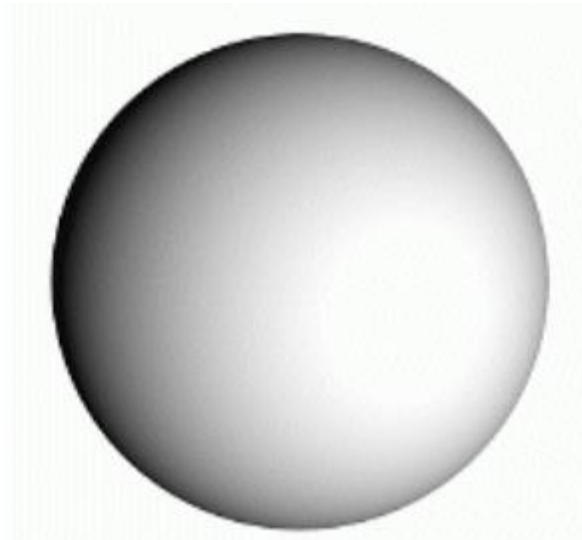


3 Uso de texturas

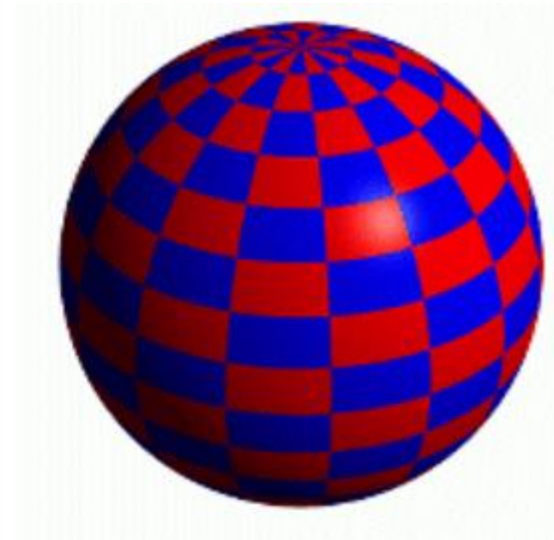
- Reproduzir sobre a superfície de um objeto as características de algum mapa de textura. ➡ Mapeamento de textura
- O mais comum é utilizar mapeamento bidimensional com textura na forma de imagem.



Mapa de textura



Modelo geométrico



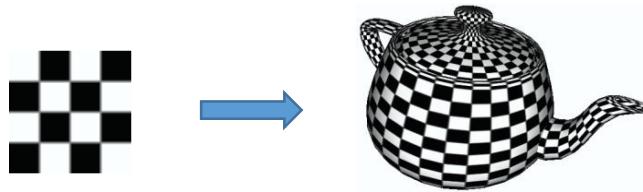
Modelo texturizado

[2]



4 Mapeamento de texturas

- Consiste em utilizar uma imagem e mapeá-la sobre a superfície.
- A imagem é denominada mapa de textura.
- O padrão pode ser repetido.
- O mapeamento ocorre como uma mudança de coordenadas.



Função de mapeamento



[6]



4 Processo do mapeamento de textura

1. Projeção do pixel sobre a superfície

2. Parametrização

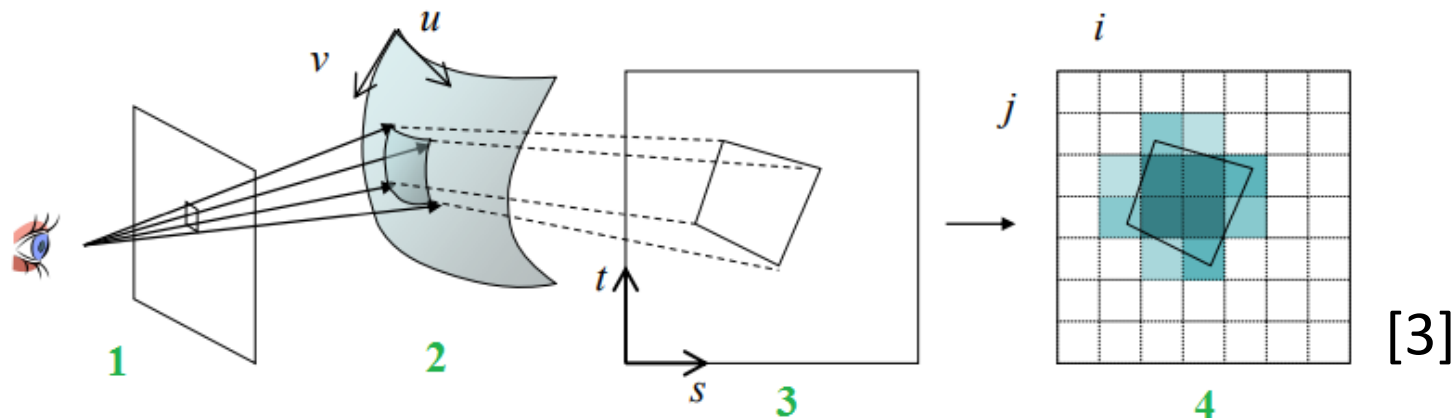
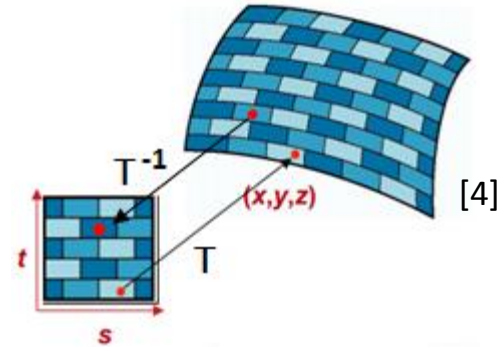
3. Função de mapeamento + Função inversa

Dado um fragmento, queremos saber a que ponto do objeto corresponde

Dado um ponto no objeto, queremos saber a que ponto na textura ele corresponde

4. Cor média dos texels, proporcional a área coberta pelo quadrilátero [3].

*Um **texel** é um pixel numa textura.



4 Parâmetros mapeáveis

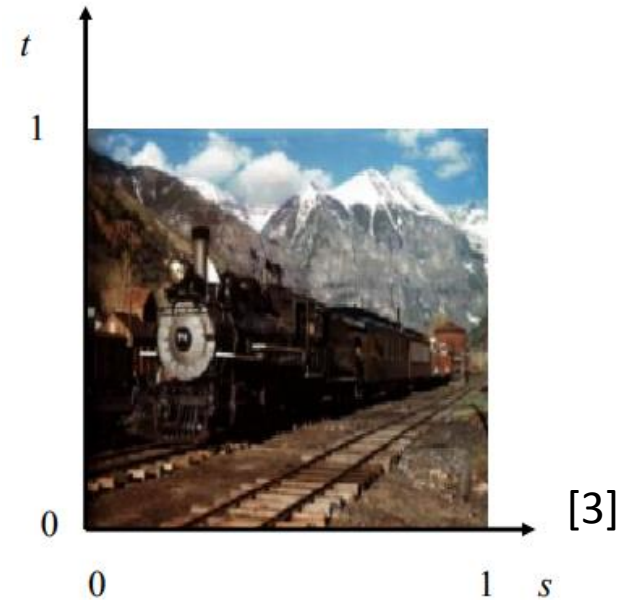
Quais parâmetros se podem reproduzir a partir dos mapas de textura?

- **Cor** (coeficientes de reflexão difusa)
- **Coeficientes de reflexão especular e difusa** (“Environment Mapping”)
- **Perturbação do vector normal** (“Bump Mapping”)
- **Perturbação da superfície na direção da normal** (“Displacement Mapping”)
- **Transparência / opacidade** [3]



4 Função de mapeamento

- Na função de mapeamento $F(s,t)$, o domínio é um espaço bidimensional (mapa de textura) e o contradomínio pode ser cor, opacidade, etc.



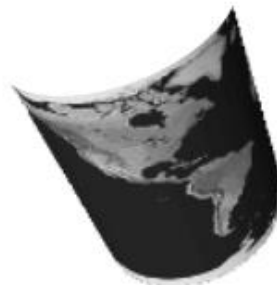
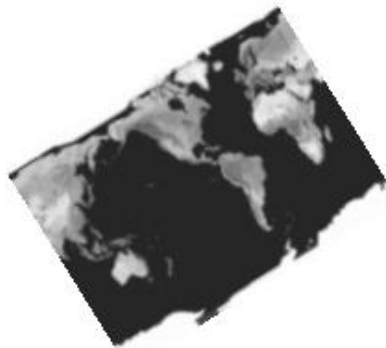
- A função de mapeamento devolve o ponto do objeto correspondente a cada ponto do espaço de textura $F(s, t)=(x, y, z)$. ➡ Parametrização
- Na prática, essa função corresponde à forma com que a textura é usada para “embrulhar” o objeto.
 - Sendo assim, a função inversa corresponde a forma com que a textura será usada para “desembrulhar” o objeto [3].



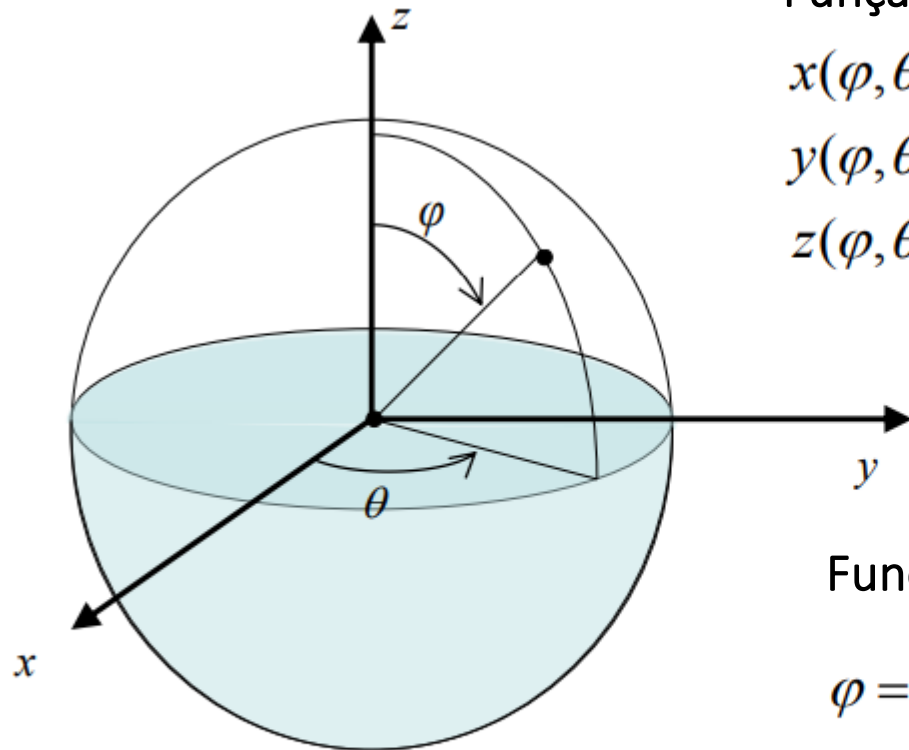
4 Tipos de mapeamento

Principais tipos de mapeamento:

- **Esférico:** coordenadas st são mapeadas segundo coordenadas polares esféricas.
- **Planar:** coordenadas st mapeadas ortogonalmente.
- **Cilíndrico:** coordenadas st são mapeadas segundo coordenadas polares cilíndricas.
- **Cúbico:** coordenadas st mapeadas ortogonalmente nos seis planos de um cubo [2].



4 Parametrização da esfera



Função de mapeamento

$$x(\varphi, \theta) = \sin \varphi \cos \theta$$

$$y(\varphi, \theta) = \sin \varphi \sin \theta$$

$$z(\varphi, \theta) = \cos \varphi$$

$$\varphi = \pi \cdot t$$

$$\theta = 2\pi \cdot s$$

Função de mapeamento inversa

$$\varphi = \arccos z$$

$$\theta = \arctan \frac{y}{x}$$

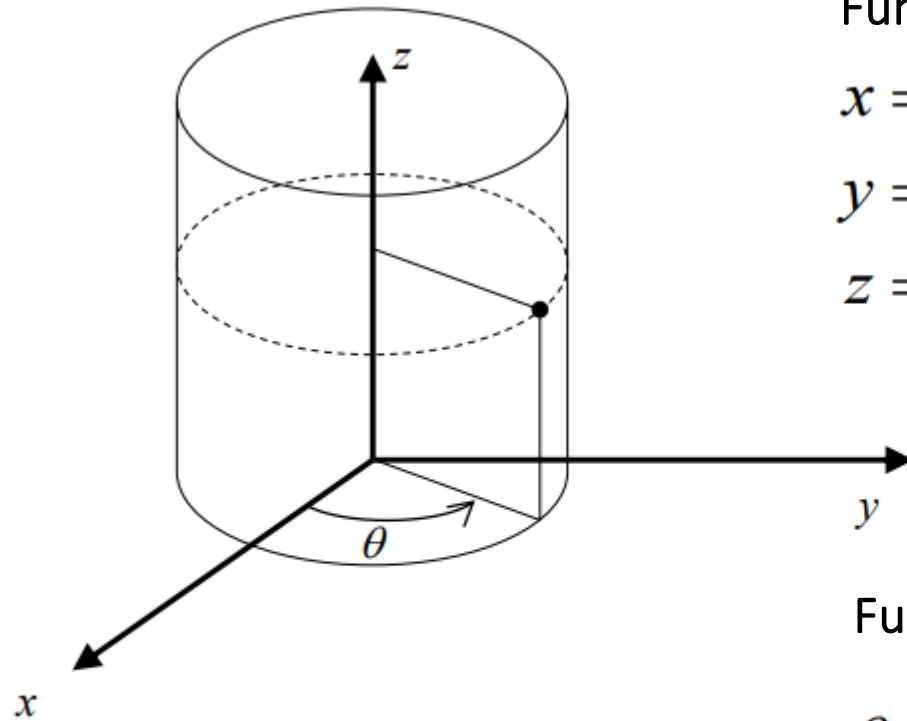
$$t = \frac{\arccos z}{\pi}$$

$$s = \frac{\arctan \frac{y}{x}}{2\pi}$$

[3]



4 Parametrização do cilindro



Função de mapeamento

$$x = \cos \theta$$

$$y = \sin \theta$$

$$z = z$$

$$\theta = 2\pi \cdot s$$

$$z = t$$

Função de mapeamento inversa

$$\theta = \arctan \frac{y}{x}$$

$$z = z$$

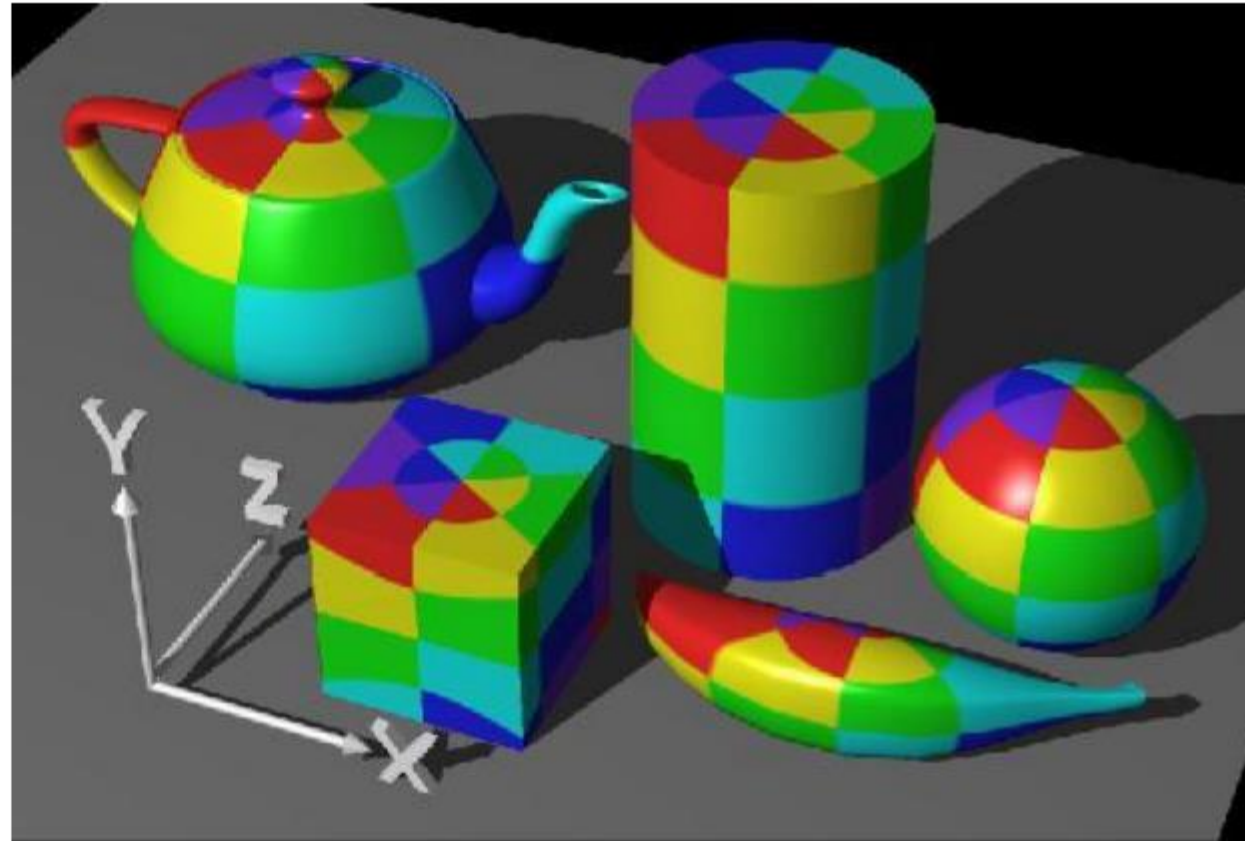
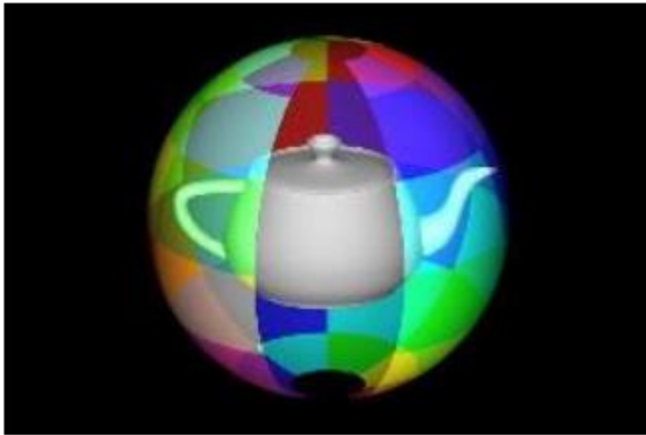
$$s = \frac{\theta}{2\pi}$$

$$t = z$$

[3]

4 Mapeamento esférico

Exemplo:

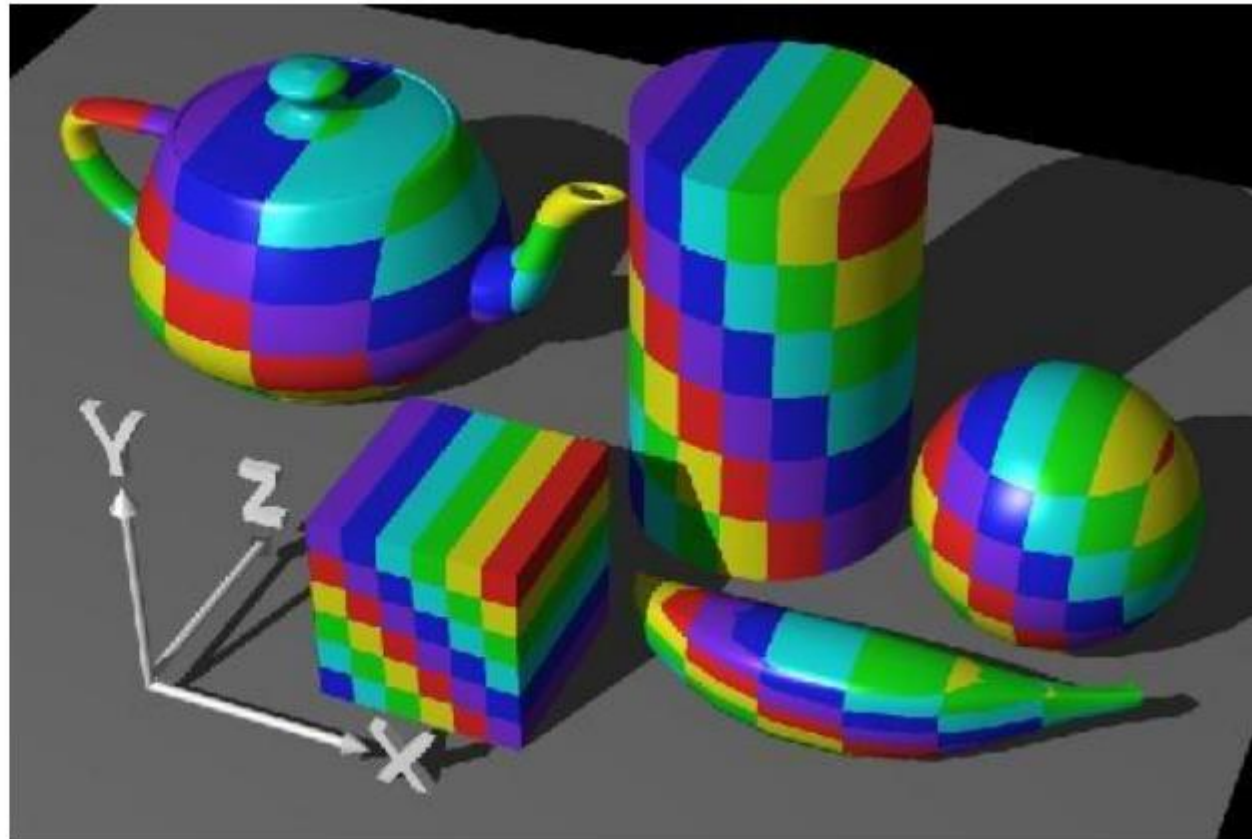
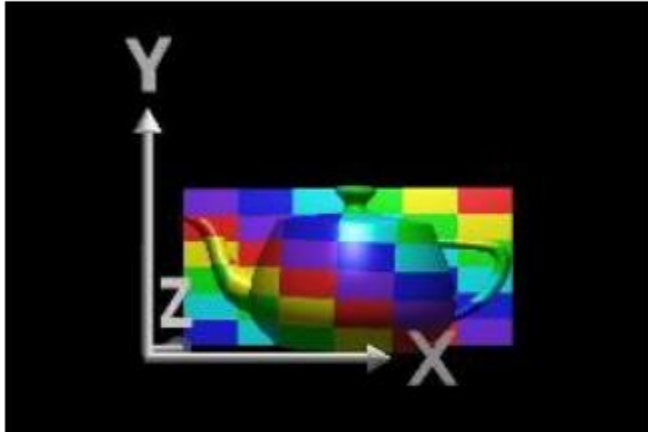


[2]



4 Mapeamento planar

Exemplo:

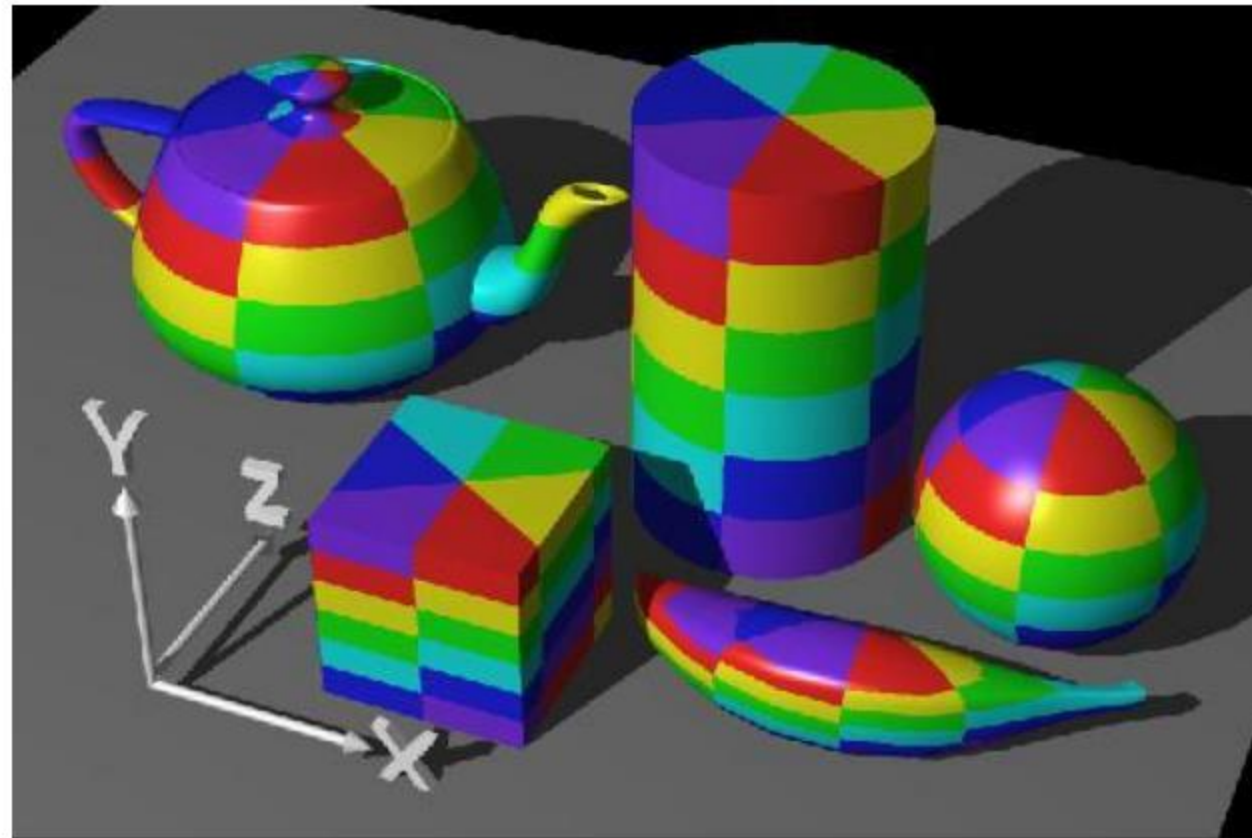


[2]



4 Mapeamento cilíndrico

Exemplo:

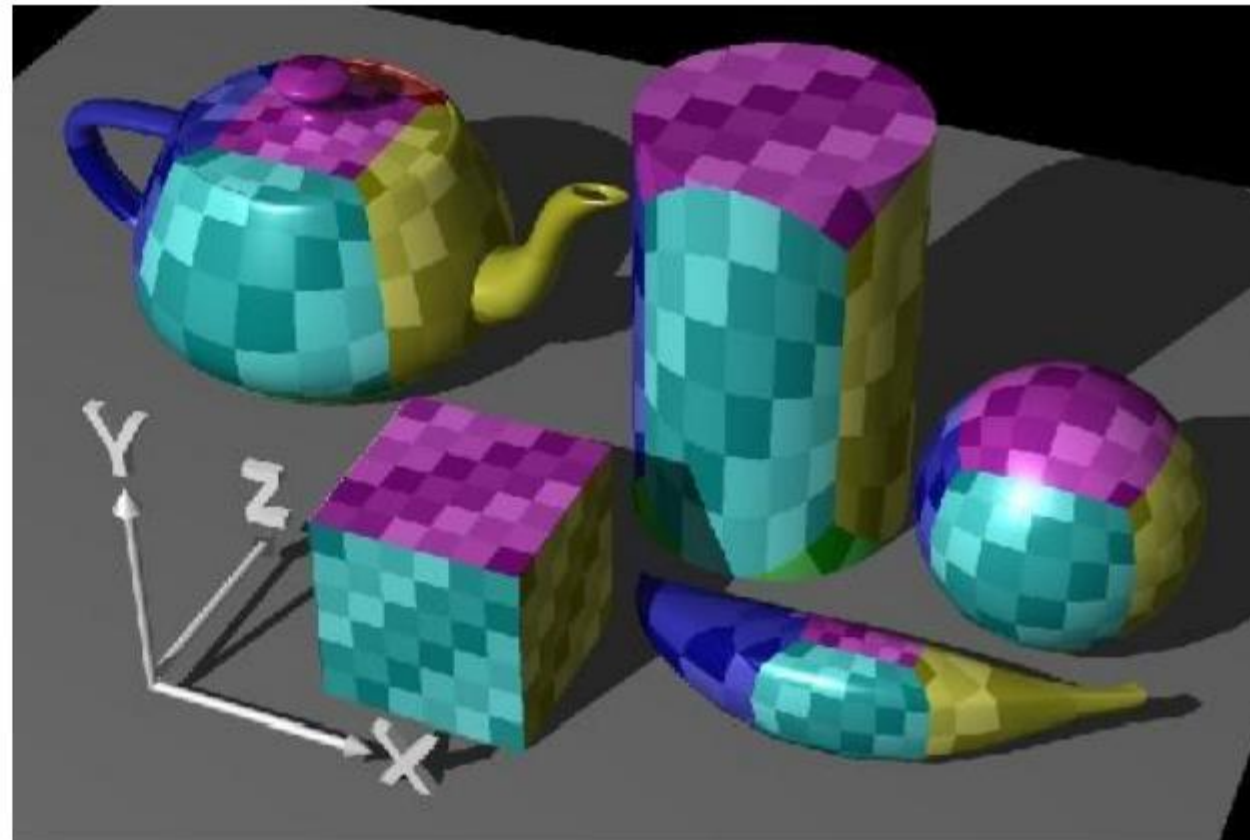
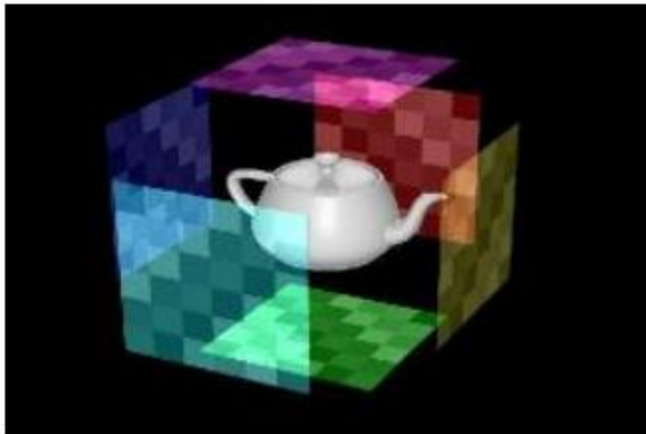


[2]



4 Mapeamento cúbico

Exemplo:



[2]



4 Técnicas de mapeamento de texturas

Existem três técnicas de mapeamento de texturas. São elas:

- **Texture Map:** usa imagens para preencher os polígonos [1].

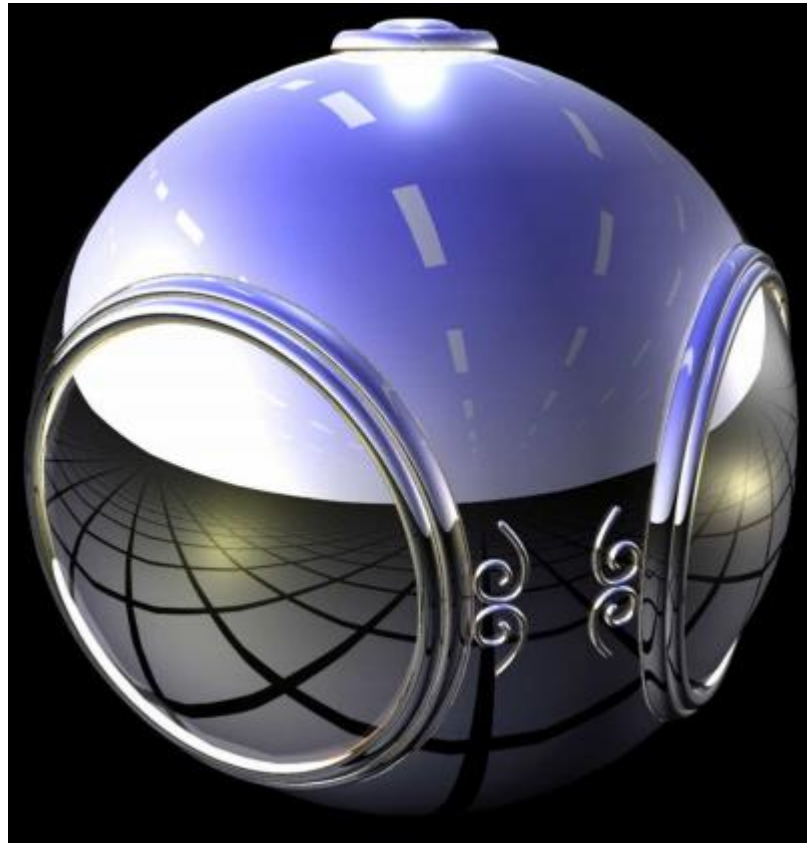


[7]



4 Técnicas de mapeamento de texturas

- **Environment Mapping:** mapeamento que reflete na superfície dos objetos os elementos que compõem a cena, i.e., simula superfícies altamente especulares [1].

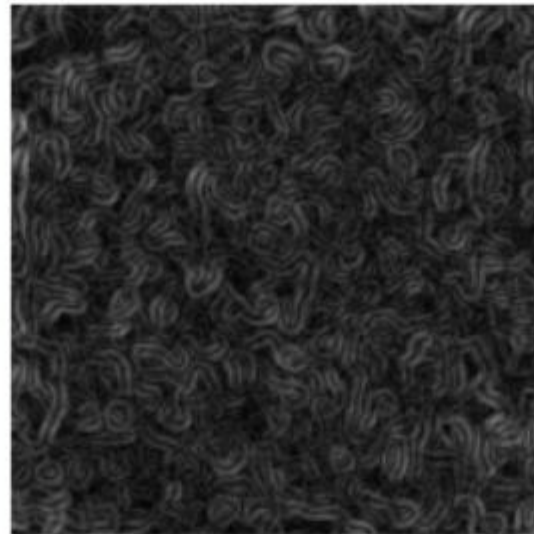
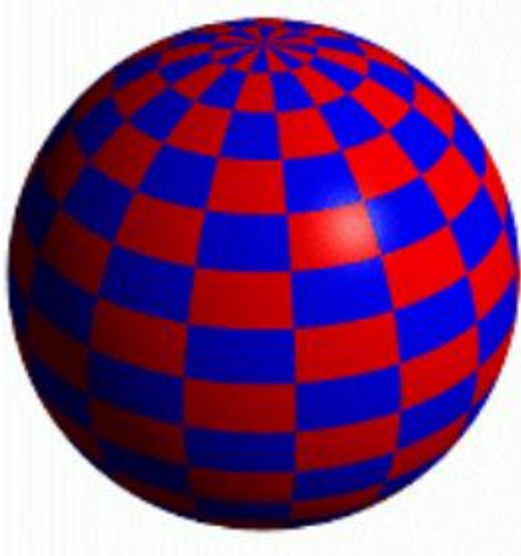


[4]

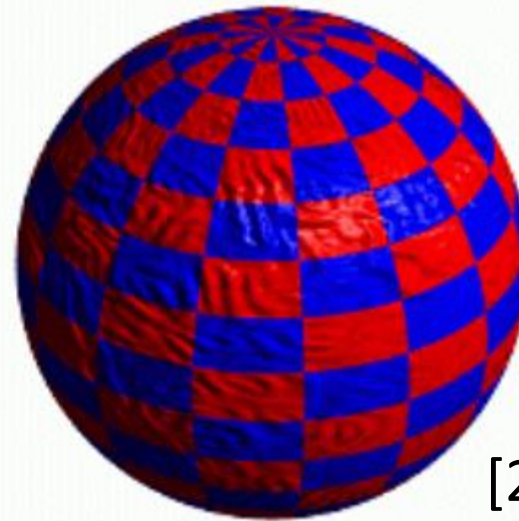


4 Técnicas de mapeamento de texturas

- **Bump Map:** essa técnica perturba o vetor normal em vários pontos da superfície, criando uma iluminação de relevo descrito no Mapa de Nível e fazendo com que algumas partes da superfície fiquem mais elevadas ou rebaixadas [1].



Mapa de nível

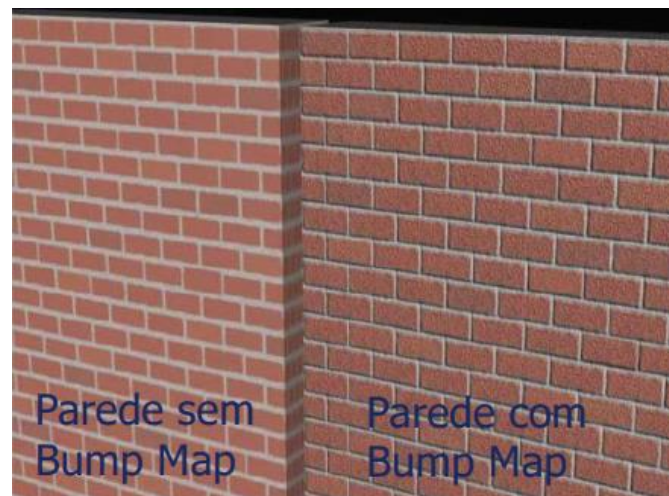
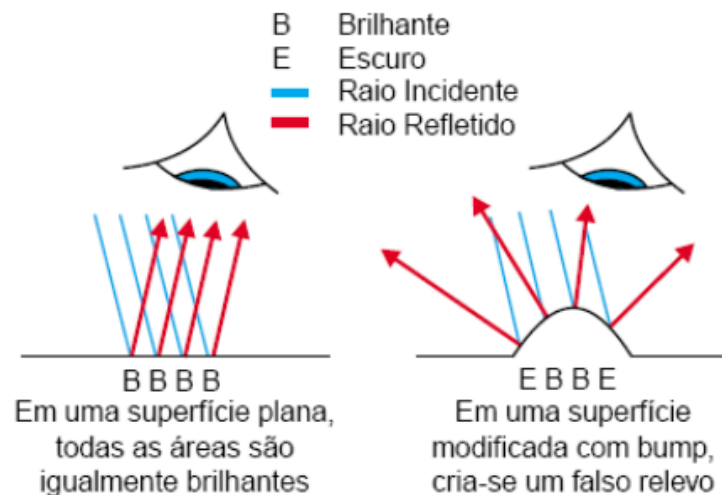


[2]



5 Bump Map

- Bump Map é uma técnica usada para adicionar realismo sem modificar a geometria do objeto.
 - Essa técnica adiciona um sombreamento nos pixels, produzindo uma ilusão de relevo no objeto, i.e., zonas de maior intensidade de cor (branco) parecem em alto relevo e as de menor intensidade (preto) parecem em baixo relevo, ou vice-versa.
 - Como? O Bump Map realiza uma perturbação na normal à superfície antes de aplicar o modelo de iluminação. Essa perturbação produz um deslocamento virtual na posição dos pontos da superfície [2].



5 Procedimento do Bump Map

Procedimentos para a obtenção de uma nova normal com perturbação:

1. Definimos qual será a parametrização $F(s, t)$ da superfície
2. Calculamos as derivadas parciais $\frac{\partial F(s,t)}{\partial s}$ e $\frac{\partial F(s,t)}{\partial t}$
3. Calculamos a normal $N(s, t) = \frac{\partial F(s,t)}{\partial s} \times \frac{\partial F(s,t)}{\partial t}$ e $n = \frac{N}{|N|}$
4. Definimos qual será a função bump, $b(s,t)$, que causará o deslocamento virtual
5. Obtemos a nova normal com as coordenadas da textura deslocadas

$$N' = \underbrace{\left(\frac{\partial F(s,t)}{\partial s} \times \frac{\partial F(s,t)}{\partial t} \right)}_{N(s,t)} + bs \left(\frac{\partial F(s,t)}{\partial s} \times n \right) + bt \left(n \times \frac{\partial F(s,t)}{\partial t} \right) [5].$$



5 Bump Map - Exemplo

Use a parametrização cilíndrica e um mapa de textura 50x50 texels e obtenha uma nova normal.

1. A parametrização do cilindro é dada por:

$$\begin{aligned}x &= \cos \theta & \theta &= 2\pi \cdot s \\y &= \sin \theta & z &= t \\z &= z\end{aligned}$$

Então, temos que: $F(s, t) = (\cos \theta, \sin \theta, z) = (\cos(2s\pi), \sin(2s\pi), t)$,

onde $\begin{cases} \theta = 2s\pi \\ z = t \end{cases}$.

2. $f_s = \frac{\partial F(s, t)}{\partial s} = (-2\pi \sin(2s\pi), 2\pi \cos(2s\pi), 0)$

$$f_t = \frac{\partial F(s, t)}{\partial t} = (0, 0, 1)$$



5 Bump Map - Exemplo

$$3. N(s, t) = fs \times ft = \begin{vmatrix} i & j & k \\ -2\pi \sin(2s\pi) & 2\pi \cos(2s\pi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} =$$

$$2\pi(\cos(2s\pi)i + \sin(2s\pi)j) = (2\pi\cos(2s\pi), 2\pi\sin(2s\pi), 0)$$

$$|N(s, t)| = |N| = 2\pi$$

$$n = \frac{N}{|N|} = (\cos(2s\pi), \sin(2s\pi), 0)$$

4. Como temos a liberdade de escolher e criar uma função bump, defina a função bump como sendo o tamanho das laterais não normalizadas do mapa de textura, i.e., $b(s, t) = (50, 50)$.

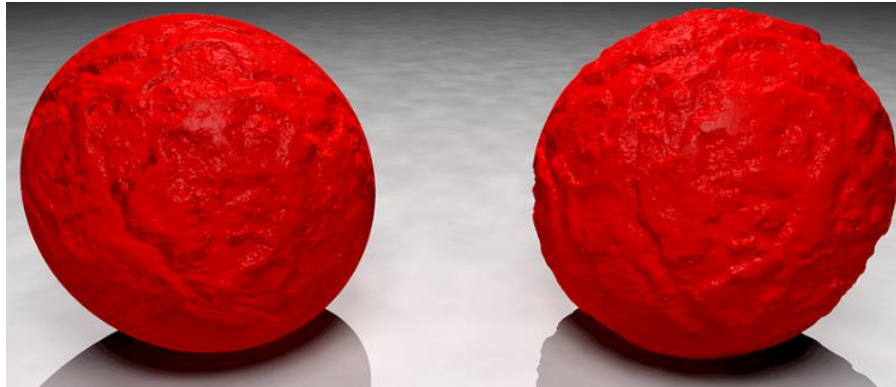
$$5. N' = (fs \times ft) + 50(fs \times n) + 50(n \times ft) = \\ = (2\pi \cos(2s\pi) + 50\sin(2s\pi), 2\pi\sin(2s\pi) - 50\cos(2s\pi), -100\pi)$$

E esta é a nova normal com as coordenadas da textura deslocadas.



6 Considerações finais

- Quanto mais próximo da câmera o objeto estiver, mais fica perceptível que é apenas uma simulação, pois a geometria do objeto não é alterada.



- Em objetos sem volume, abertos ou com ângulos entre faces que formam quinas acentuadas, quando se olha para as bordas ou cantos, fica ainda mais perceptível que é apenas uma simulação.
- É um excelente método para se usar em objetos que não estão próximos da câmera.



Referências

- [1] AZEVEDO, E.; CONCI, A. **Computação Gráfica**, Campus, 2003, 1,
- [2] CAVALCANTI, J. **Computação Gráfica** - 13. 2017. 34 slides. Disponível em: http://www.univasf.edu.br/~jorge.cavalcanti/comput_graf14_Texturas2.pdf. Acesso em: 17 out. 2018.
- [3] ESPERANÇA, C.; CAVALCANTI, P. R. **Introdução à Computação Gráfica** - Texturas. 2009. 33 slides. Disponível em: <http://www.dei.isep.ipp.pt/~jpp/sgrai/Texturas.pdf>. Acesso em: 17 out. 2018.
- [4] IST. **Mapeamento de Texturas**. 2013. 42 slides. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563568428716405/12%20-%20Mapeamento%20de%20Texturas.pdf>. Acesso em: 17 out. 2018.
- [5] DUKE UNIVERSITY. **Surface Details**. 2004. 27 slides. Disponível em: https://www2.cs.duke.edu/courses/cps124/spring04/notes/10_details/details.pdf. Acesso em: 17 out. 2018.
- [6] MONTENEGRO, A. **Computação Gráfica I - Mapeamentos**. 102 slides. Disponível em: [http://www2.ic.uff.br/~anselmo/cursos/CGI/slidesGrad/CG_aula13\(mapeamentos\).pdf](http://www2.ic.uff.br/~anselmo/cursos/CGI/slidesGrad/CG_aula13(mapeamentos).pdf). Acesso em: 27 out. 2018.
- [7] YANG, D. **Texture Mapping**. 2016. Disponível em: <http://www.cs.uregina.ca/Links/class-info/315/WWW/Lab5/>. Acesso em: 27 out. 2018.